LEAN AGILE OPEX
Build Excellence

Case Study · קורס DMAIC · הסמכת Green Belt

משפחת לין

חוברת תרגול: פרויקט DMAIC אחד, מהגדרת הבעיה ועד הבקרה

D DEFINE
M MEASURE
A ANALYZE
I IMPROVE
C CONTROL

איך עובדים עם החוברת

החוברת מלווה את כל הקורס. בסוף כל שלב בשיעורים תופיע הוראה לעצור את הסרטון ולפתור את התרגיל של אותו שלב. עבדו לפי הסדר: כל תרגיל נשען על מה שבניתם בתרגיל הקודם.

הנתונים הכמותיים נמצאים בקובץ האקסל dmaic_case_data.xlsx. אין צורך בתוכנה סטטיסטית: כל הניתוחים אפשריים באקסל.

התרגילים בחוברת

תרגיל	שלב	שיעור	עמוד
Define #1	מנדט, בעיה ולקוחות	3	4–3
Define #2	קול הלקוח ו-CTQ	4	5
Measure	מיפוי, מדידה ויעדים	6–5	7–6
Analyze #1	Pareto, קורלציה ושונות	10–9	9
Analyze #2	PFMEA וסיבת שורש	12	10
Improve	פתרונות ובחירה	13	11
Control	בקרה וסגירה	18–16	12

הנתונים שנאספו נמצאים בעמוד 8. גם בשיעורים 7, 11, 14, 15 ו-17 יש תרגילים קצרים על משפחת לין, שנשענים על העמודים האלה ועל קובץ הנתונים.

רקע הבעיה של משפחת לין

לקריאה לפני התרגיל הראשון · שיעור 3

אתם מובילי Lean Six Sigma. סיגמא, אם המשפחה, פנתה אליכם:

> לאחרונה הילדים שלנו, SIPOC ופרטו, לא מפסיקים להתלונן שאין להם בגדים לבית הספר ולחוגים. לא משנה כמה בגדים אני קונה, תמיד מגלים בבוקר שאין מה ללבוש. אני מכבסת ימים שלמים, ועדיין אין בגדים לבית הספר.

סיגמא, אם המשפחה

הדמויות

סיגמא	שינגו	SIPOC	פרטו	5S
האם · בדרך כלל מכבסת	האב · בדרך כלל מקפל ומסדר	בן 11	בן 9	בן שנה וחצי

"מחלקת ההורים", סיגמא ושינגו, אחראית על כיבוס הבגדים של הילדים, ייבושם, קיפולם וסידורם בארונות.

עובדות

- הבעיה התחילה לפני כארבעה חודשים.
- בבית יש מכונת כביסה של 10 ק"ג ומייבש.
- המשפחה מייצרת בממוצע 30 ק"ג כביסה בשבוע.
- המשפחה משתמשת תמיד באותה אבקת כביסה ובאותו מרכך.

אילוצים

- בגדים לבנים וצבעוניים מכבסים בנפרד.
- אי אפשר להוסיף מכונות.
- אפשר להגדיל את כמות הבגדים בעד 10%.

הדמויות, השמות והנתונים בחוברת הם בדיוניים, ונבנו לצורך התרגול.

מה תעשו

1. בנו מנדט לפרויקט לפי הפורמט שבעמוד הזה, כולל המוטיבציה העסקית, התפקידים ותאריך לכל שער.
2. נסחו את הבעיה בעזרת 5W2H (עמוד 4). בלי סיבה ובלי פתרון.
3. קבעו מדד ראשי עם Baseline ויעד, והוסיפו יעדים תומכים (עמוד 4).
4. מי הלקוחות של התהליך? הבחינו בין לקוחות קצה, לקוחות פנימיים ולקוח שאין לו קול.

שם הפרויקט					
מוטיבציה עסקית (Business Case)					
הצהרת הבעיה					
תאריכים ושגרות הצוות		**מקום המפגשים**			
תאריך ישיבת ההתנעה					
שערים (Tollgates) תאריך לכל שער	**Define**	**Measure**	**Analyze**	**Improve**	**Control**

תחום הגזרה	
נקודת התחלה	
נקודת סיום	
מה כלול	
מה לא כלול	
אילוצים	

אישור המנדט	שם	חתימה
ספונסר		
מוביל הפרויקט (Green Belt)		
מנטור (Black Belt)		
בעל התהליך		
זמינים לפי צורך		

חברי הצוות: תפקיד	שם	חתימה

מצב קיים, יעדים ו-5W2H

מצב קיים: תיעוד המציאות תמונה מהשטח, ציטוט, תצפית	
מצב קיים: כימות המציאות Baseline: מספר, מקור ותקופה	
יעד עיקרי המדד הראשי, היעד והתאריך	

יעדים תומכים

מדד	מדד בסיס	מדד מטרה	תאריך יעד

5W2H: הגדרת הבעיה

שאלה	מה בודקים	התשובה שלכם
What	מה הבעיה, במשפט אחד	
Why	למה זו בעיה: מה הפער	
When	מתי התחילה, ומתי היא קורית	
Where	איפה רואים אותה	
Who	מי מושפע ומי מעורב	
How	איך יודעים שיש בעיה: עובדות	
How Often	באיזו תדירות	

לקוחות התהליך

לקוחות קצה	
לקוחות פנימיים	
לקוח בלי קול	

ראיינתם את לקוחות התהליך. זה מה שהם אמרו:

SIPOC

- אני חייב שיהיו לי חולצות אפורות נקיות לספורט בימי שני וחמישי, ומדי כדורסל כתומים לאימון ביום שלישי.
- אני אף פעם לא מוצא את החולצה שלי.
- אבא, אתה תמיד שם את החולצות שלי אצל פרטו בארון.
- החולצות הלבנות ביום שישי תמיד עם כתמים.
- כשאמא מכבסת הכביסה חוזרת נקייה, וכשאבא מכבס הבגדים יוצאים עם כתמים.

פרטו

- יש לי ג'ודו בימי רביעי, ואני צריך להגיע עם חליפה.
- כל פעם אני לא רואה את החליפה בארון, ואז מגלה ברביעי בבוקר שעוד לא כיבסו אותה.
- אמא מקפלת צר ואבא מקפל רחב, והם שמים אחד על השני בארון. כשאני מוציא חולצה, הכל מתמוטט.
- נוח לי שהארון מבולגן והבגדים מפוזרים. רק ככה אני מוצא דברים. כשאבא ואמא מסדרים, אני לא מוצא כלום.

5S

- אבבבבא

מה תעשו

1. מיינו את האמירות לפי הצרכים שמאחוריהן.
2. תרגמו כל צורך ל-CTQ מדיד, עם סף.
3. סווגו כל צורך לפי מודל Kano: בסיסי, ביצועים או מלהיב.
4. איזו אמירה נשמעת כמו סיבה לכתמים? מה מותר להסיק ממנה, ומה לא?

קול הלקוח	הצורך	מה מודדים (CTQ)	סף	Kano

מה גילינו ב-Gemba

מה תעשו

1. מפו את התהליך מהסל ועד הארון. היעזרו במיפוי הראשוני שבעמוד 7: מה ראיתם בסיור שלא מופיע במפה? הוסיפו את ההמתנות ואת מי שמבצע כל שלב.
2. מהו ה-Y של הפרויקט? נסחו לו הגדרה תפעולית, ובחרו שלושה או ארבעה X שתרצו למדוד.
3. בנו תוכנית מדידה (עמוד 7): מה תמדדו, ההגדרה התפעולית, איך, מי, מתי ושיטת הדגימה. לפי אילו שכבות תפצלו את הנתונים?
4. הגדירו יעדים למצב העתידי. איך תדעו, במספרים, שפתרתם את הבעיה?

ממצאי הסיור בשטח

- בבית יש שלושה סלי כביסה: בחדר של SIPOC, בחדר של פרטו ובאמבטיה של ההורים.
- בסלים הבגדים מעורבבים, לבן וצבעוני, ולכן הכנת הכביסה כוללת מיון לפי צבעים.
- אבקת הכביסה והמרכך נמצאים בארון חומרי הניקיון בחדר השירות. מכונת הכביסה והמייבש נמצאים במקלחת של ההורים.
- מכונת הכביסה: עד 10 ק"ג, מחזור של שעה ורבע. המייבש: עד 7 ק"ג, מחזור של שעה וחצי.
- חלק מהבגדים הנקיים שעוד לא קופלו נמצאים בגיגית כביסה.
- מפעילים תמיד את אותה תוכנית, בלי קשר לכמות הבגדים, לסוג הבד או לרמת הלכלוך.
- בארון של 5S הבגדים מקופלים ומסודרים. בארונות של שני הבנים האחרים הבגדים בערימה ולא מקופלים.
- פעם בשבועיים נזרקים בממוצע שני פריטים בגלל כתמים.
- בדרך כלל סיגמא מכבסת. הכי נוח לה ביום שלישי, יום החופש שלה. בתקופות עמוסות היא מכבסת ביום שישי בבוקר, כשהילדים בבית הספר ובגן.
- לפני כארבעה חודשים סיגמא העבירה את יום החופש שלה מחמישי לשלישי.
- בדרך כלל שינגו מקפל ומסדר בארונות. הכי נוח לו ביום שישי, כשסיגמא בשיעור פילאטיס והילדים בבית הספר ובגן. אם הוא לא בבית בשישי בבוקר, הוא מקפל בשבת בערב, מול החדשות.

רשימות מהסיור

מה ראיתם בסיור שלא מופיע במפה?

ה-Y של הפרויקט והגדרתו התפעולית

שלושה או ארבעה X למדידה

מיפוי ותוכנית מדידה

Measure

שיעורים 5–6 · Measure

המיפוי הראשוני של הצוות

הטריגר: הסל מלא, או שיש לאם המשפחה זמן

1 איסוף כביסה מכל הסלים בבית	2 מיון לפי צבעים, בדים ועדינים	3 הכנסת הבגדים למכונה	4 הוספת אבקת כביסה	5 הוספת מרכך כביסה	6 הפעלת המכונה בתוכנית המתאימה
7 עבודת מכונה	8 הוצאת הבגדים	9 שינוע למייבש	10 הוספת מבשם כביסה	11 הפעלת המייבש	12 עבודת מייבש
13 הוצאה לסל כביסה	14 קיפול הבגדים	15 חלוקה לפי בני הבית	16 שינוע לחדרים	17 סידור בארונות	

חלופה לשלבים 9–13, ייבוש על חבל:

שינוע לחבל הכביסה	תלייה על החבל	הוספת אטבי כביסה	המתנה לייבוש	הורדת האטבים	הורדה לסל כביסה

תוכנית המדידה שלכם

שורה ראשונה: ה-Y. אחריה לפחות שלושה X.

מדד	הגדרה תפעולית	מקור ואיך נאסף	מי	מתי	מדגם

שכבות לפי מה תפצלו את הנתונים?	
יעדים למצב העתידי איך תדעו, במספרים, שהבעיה נפתרה?	

נתונים שנאספו

נתונים

לשימוש בתרגילי Measure, Analyze ו-Improve

כמות הבגדים לכל ילד

ילד	חולצות ספורט אפורות	חולצות לבנות לבית הספר	חליפת ג'ודו	חליפת כדורסל כתומה	חולצות צבעוניות לבית הספר
פרטו	3	1	1	–	6
SIPOC	2	2	–	1	–
5S	–	5	–	–	12

למה לא היו בגדים ללבוש? רישום יומי, שבוע 1

מה מצאנו	ראשון	שני	שלישי	רביעי	חמישי	שישי	סה"כ
הבגד לא נמצא בשום מקום		×					
הבגד נמצא מלוכלך בסל הכביסה						×	
הבגד נמצא מלוכלך על הרצפה בחדר של הילד		×	×	×	×		
הבגד נמצא בארון של ילד אחר				×			
הבגד היה פגום: קרע, דהייה או כתם						×	
הבגד נמצא בגיגית "ממתין לקיפול"				×	×	×	
סה"כ ביום							

כל × הוא מקרה אחד שנרשם באותו בוקר. את עמודת הסה"כ ואת שורת הסה"כ ממלאים בעצמכם.

מה יש בקובץ האקסל

dmaic_case_data.xlsx כולל נתונים מחמישה שבועות:

- **זמני שלבים:** לכל שלב בכל שבוע, מי ביצע, באיזה יום, שעת התחלה ומשך בדקות.
- **מכונות כביסה:** לכל אחת מעשר המכונות, משקל הכביסה, כמות האבקה, האם פתחו את הבגדים לפני הכביסה, מספר הכתמים וזמן המכונה (הועתק מגיליון זמני השלבים).
- **סיבות ומלאי בגדים:** הרישום היומי וכמות הבגדים שבעמוד הזה, בפורמט שנוח לנתח.
- **הסבר:** מה יש בכל גיליון, ואיך מפעילים באקסל קורלציה, גרף פיזור, Pareto ומבחני השערה.

מה תעשו

1. **שיעור 9.** בנו Pareto לסיבות שבגללן לא היו בגדים (גיליון "סיבות"). אילו סיבות הן "המעטים החיוניים"?
2. **שיעור 9.** באיזה שלב השונות בזמן היא הגבוהה ביותר (גיליון "זמני שלבים")? בדקו גם את הזמן שעובר בין השלבים, ולא רק את משך כל שלב: כמה שעות עוברות בין סוף הייבוש לתחילת הקיפול, בכל שבוע?
3. **שיעור 10.** בדקו באקסל (גיליון "מכונות כביסה") את הקורלציה בין מספר הכתמים לבין ארבעה משתנים: משקל הכביסה במכונה, כמות האבקה, פתיחת הבגדים לפני הכביסה וזמן המכונה. איזה קשר הוא סיבה, ואיזה רק נראה כמו סיבה? את זמן המכונה תמצאו בגיליון "זמני שלבים" (הוא מופיע גם בעמודה J בגיליון "מכונות כביסה"). השוו ב-t-Test את הכתמים במכונות שבהן פתחו את הבגדים מול אלה שלא, בגרסה שלא מניחה שונויות שוות.

טבלת עזר ל-Pareto

סיבה (מהגדולה לקטנה)	מספר מקרים	%	% מצטבר

שונות בזמני השלבים

	איסוף	מיון	מכונה 1	מייבש 1	מכונה 2	מייבש 2	קיפול	סידור
טווח (דקות)								

	שבוע 1	שבוע 2	שבוע 3	שבוע 4	שבוע 5
שעות מסוף הייבוש לתחילת הקיפול					

קורלציה מול מספר הכתמים

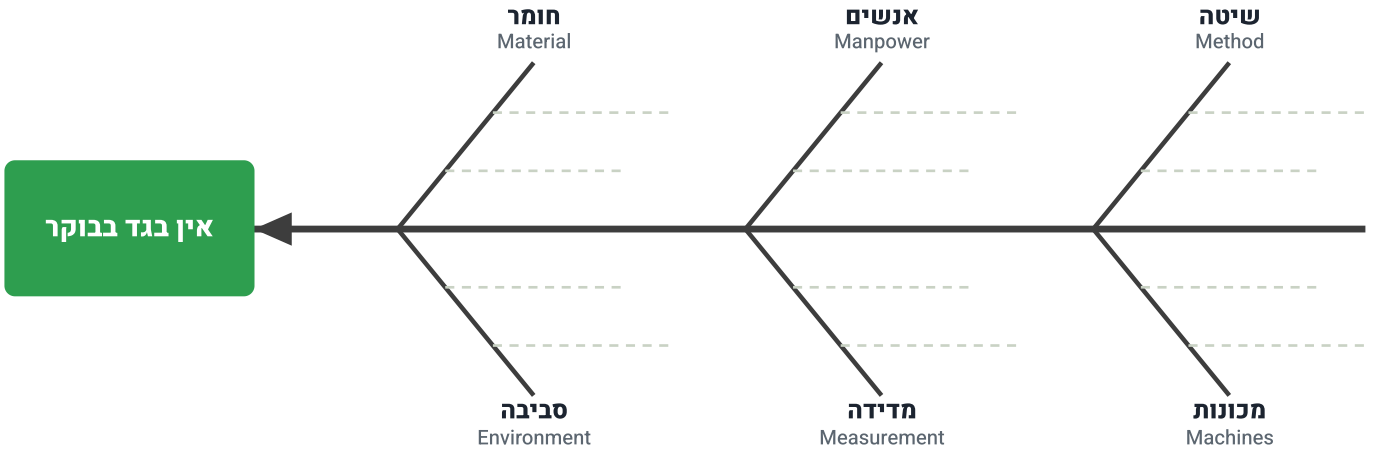
משתנה	r	מה זה אומר
משקל הכביסה במכונה		
כמות האבקה		
פתיחת הבגדים (כן=1, לא=0)		
זמן המכונה		

מבחן t: פתחו מול לא פתחו	ממוצע כתמים, פתחו	ממוצע כתמים, לא פתחו	p-value	מה זה אומר
פתיחת הבגדים				

באקסל, הפונקציה CORREL מחשבת את r, וגרף פיזור (Scatter) מראה את הקשר בעין. את מבחן t מפעילים ב-Data Analysis, אחרי שמפעילים את Analysis ToolPak.

מה תעשו

1. בנו עצם דג (6M) לבעיה: "ילדים לא מוצאים בגד נדרש בבוקר". אילו גורמים עולים בכל אחת משש העצמות?
2. בצעו PFMEA לשלבי התהליך, ודרגו את הכשלים לפי RPN. אילו שלושה כשלים מקבלים את ה-RPN הגבוה ביותר?
3. זהו את סיבת השורש בעזרת 5 Why, ורשמו ראיה אחת לפחות שתומכת בה. היעזרו ב-Pareto, בזמני ההמתנה, בממצאי ה-Gemba ובמלאי הבגדים.



PFMEA

שלב	אופן כשל	השפעה	גורם	S	O	D	RPN

5 Why

למה 1	
למה 2	
למה 3	
למה 4	
למה 5	
סיבת השורש והראיה	

מה תעשו

1. רשמו את כל הפתרונות האפשריים לסיבות השורש, וליד כל פתרון ציינו באיזו סיבה או כשל הוא מטפל. ודאו שהם מטפלים בכשלים עם ה-RPN הגבוה, ושהם עומדים באילוצים: בלי מכונות נוספות, ועד 10% בגדים.
2. דרגו את הפתרונות בשיטת בחירת הפרויקטים: קבעו מראש קריטריונים ומשקלות, תנו ציון לכל פתרון ושקללו.
3. החליטו מה מיישמים קודם, ומה דוחים.

פתרונות אפשריים

#	פתרון	באיזו סיבה או כשל הוא מטפל	עומד באילוצים?
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

מטריצת בחירה

פתרון	קריטריון: משקל:	קריטריון: משקל:	קריטריון: משקל:	קריטריון: משקל:	קריטריון: משקל:	ציון משוקלל

ההחלטה מה קודם, מה בגל השני, ומה נדחה	

מה תעשו

1. **שיעור 16.** איך תבקרו את יישום הפתרונות? בנו תוכנית בקרה: מדד תוצאה אחד, ומדדי תהליך שבודקים שכל פתרון מיושם. לכל מדד: יעד, מי מודד ומתי, ומה עושים אם חורגים.
2. **שיעור 17.** לכל מדד: מה סוג הנתון, ואיזה תרשים בקרה מתאים לו?
3. **שיעור 18.** איך סוגרים את הפרויקט? מה תתעדו, מה המשפחה למדה, ומתי, איך ועם מי חוגגים?

תוכנית בקרה

מה בודקים	מדד	יעד	מתי ומי	מה עושים אם חורגים	תרשים (שיעור 17)

סגירת הפרויקט

מה תעדנו: לפני ואחרי מה מתעדים, ואיך	
מה למדנו ולאן עוד אפשר להעביר את זה בבית (Yokoten)	
מתי, איך ועם מי חוגגים קריטריון שאפשר לבדוק	